UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
Departamento de Química Inorgánica y Nuclear

Reporte práctica 2.

Práctica 2. Determinación de concentraciones y las diversas maneras de expresarla.

Integrantes:

Díaz Rojas Melissa 417073435
Ornelas Contreras Omar Alejandro 118001410
Salazar Isicahua Javier Daiki 117006364

Profesor: Tafoya Rodriguez Marco Antonio
Grupo: 11
Equipo: 7
Gaveta: 73

Química General II Laboratorio

Índice:

1. Resultados experimentales…….…… 3 - 6
2. Análisis de resultados…….……...7 - 10
3. Conclusiones…..…… …….……..11
Referencias……11

Resultados experimentales

Tabla 1: Normalización de HCl
Ecuación Química: 1NaOH + 1HCl ⟶ 1NaCl + 1H_2O

Número de alícuota	Volumen de NaOH consumido (mL)	Cantidad de NaOH (mol)	Volumen de HCl titulado (mL)	Cantidad de HCl en la alícuota (mol)	Relación estequiométrica	Concentración de HCl		
						Mol L^{-1}	eq L^{-1}	%m/V
1	7.7	$8.69x10^{-4}$	10	$8.69x10^{-4}$	1 a 1	0.086	0.086	0.313%
2	7.5	$8.46x10^{-4}$	10	$8.46x10^{-4}$	1 a 1	0.084	0.084	0.306%
3	7.3	$8.24x10^{-4}$	10	$8.24x10^{-4}$	1 a 1	0.082	0.082	0.298%
					Promedio	0.085	0.085	0.239
					Precisión	$7.07x10^{-4}$	$7.07x10^{-4}$	$5.2x10^{-2}$
					Exactitud	0.831 %	0.831 %	21.75 %

- ***(Precisión = Desviación estándar)***
- ***(Exactitud = C.V)***

Tabla 1: Normalización de HCl — Ecuaciones

Mol de NaOH:

$$7.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 8.69x10^{-4}\ mol$$

$$7.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 8.46x10^{-4}\ mol$$

$$7.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 8.24x10^{-4}\ mol$$

Mol de HCl en la alícuota:

$$7.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right| = 8.69x10^{-4}\ mol$$

$$7.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right| = 8.46x10^{-4}\ mol$$

$$7.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right| = 8.24x10^{-4}\ mol$$

<u>Concentración exacta del NaOH (Titulante):</u>

$$\frac{Mol}{L}$$

$$7.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.086\ mol/L$$

$$7.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.084 mol/L$$

$$7.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.082\ mol/L$$

$$\frac{Equivalentes\ ácidos}{L}$$

$$7.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{1eq}{1\ mol\ HCl}\right| = 0.086\ eq\ ácidos/L$$

$$7.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{1eq}{1\ mol\ HCl}\right| = 0.084\ eq\ ácidos/L$$

$$7.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{1eq}{1\ mol\ HCl}\right| = 0.082\ eq\ ácidos/L$$

$$\%\frac{Masa}{Volumen}$$

$$\left|\frac{0.086\ mol\ HCl}{1000\ mL}\right|\left|\frac{36.45g}{1\ mol\ HCl}\right| \times 100 = 0.313\% \frac{masa}{volumen}\ de\ HCl$$

$$\left|\frac{0.084\ mol\ HCl}{1000\ mL}\right|\left|\frac{36.45g}{1\ mol\ HCl}\right| \times 100 = 0.306\% \frac{masa}{volumen}\ de\ HCl$$

$$\left|\frac{0.082\ mol\ HCl}{1000\ mL}\right|\left|\frac{36.45g}{1\ mol\ HCl}\right| \times 100 = 0.298\% \frac{masa}{volumen}\ de\ HCl$$

Tabla 2: Normalización H_2SO_4
Ecuación Química: $2NaOH + 1H_2SO_4 \longrightarrow 1Na_2SO_4 + 2H_2O$

Número de alícuota	Volumen de NaOH consumido (mL)	Cantidad de NaOH (mol)	Volumen de H_2SO_4 titulado (mL)	Cantidad de H_2SO_4 en la alícuota (mol)	Relación estequiométrica	Concentración de H_2SO_4		
						Mol L^{-1}	eq L^{-1}	%m/V
1	15.3	$1.72x10^{-3}$	10	$8.63x10^{-4}$	2 a 1	0.086	0.172	0.843%
2	18.5	$2.08x10^{-3}$	10	$1.04x10^{-3}$	2 a 1	0.104	0.208	1.020%
3	15.8	$1.78x10^{-3}$	10	$8.91x10^{-4}$	2 a 1	0.089	0.178	0.872%
					Promedio	0.093	0.186	0.911
					Precisión	$9.6436x10^{-3}$	$1.9x10^{-2}$	$9.5x10^{-2}$
					Exactitud	10.3 %	10.2 %	10.4 %

- ***(Precisión = Desviación estándar)***
- ***(Exactitud = C.V.)***

Tabla 2: Normalización H_2SO_4 — Ecuaciones

Mol de NaOH:

$$15.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 1.72x10^{-3}\ mol$$

$$18.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 2.08x10^{-3}\ mol$$

$$15.8\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right| = 1.78x10^{-3}\ mol$$

Mol de H_2SO_4 en la alícuota:

$$15.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right| = 8.63x10^{-4}\ mol$$

$$18.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right| = 1.04x10^{-3}\ mol$$

$$15.8\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right| = 8.91x10^{-4}\ mol$$

<u>Concentración exacta del NaOH (Titulante):</u>

$$\frac{Mol}{L}$$

$$15.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.086\ mol/L$$

$$18.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.104\ mol/L$$

$$15.8\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.089\ mol/L$$

$$\frac{Equivalentes\ ácidos}{L}$$

$$15.3\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{2eq\ H_2SO_4}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| = 0.172\ eq\ ácidos/L$$

$$18.5\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{2eq\ H_2SO_4}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| = 0.208\ eq\ ácidos/L$$

$$15.8\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{2\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right|\left|\frac{2eq\ H_2SO_4}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| = 0.178\ eq\ ácidos/L$$

$$\%\frac{Masa}{Volumen}$$

$$\left|\frac{0.086\ mol\ H_2SO_4}{1000\ mL}\right|\left|\frac{98.08\ g}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| \times 100 = 0.843\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H_2SO_4$$

$$\left|\frac{0.104\ mol\ H_2SO_4}{1000\ mL}\right|\left|\frac{98.08\ g}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| \times 100 = 1.020\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H_2SO_4$$

$$\left|\frac{0.089\ mol\ H_2SO_4}{1000\ mL}\right|\left|\frac{98.08\ g}{1\ mol\ H_2SO_4}\right| \times 100 = 0.872\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H_2SO_4$$

Tabla 3: Normalización H_3Cit
Ecuación Química: $3NaOH + 1H_3Cit \rightarrow 1Na_3Cit + 3H_2O$

Número de alícuota	Volumen de NaOH consumido (mL)	Cantidad de NaOH (mol)	Volumen de H_3Cit titulado (mL)	Cantidad de H_3Cit en la alícuota (mol)	Relación estequiométrica	Concentración de H_3Cit		
						Mol L^{-1}	eq L^{-1}	%m/V
1	5.7	5.11x10^-4	2.5	1.53x10^-3	3 a 1	0.6135	1.8405	11.78
2	13.7	1.22x10^-3	5	3.68x10^-3	3 a 1	0.7373	2.2119	14.16
3	27.7	2.48x10^-3	10	7.45x10^-3	3 a 1	0.7454	2.2362	14.32
					Promedio	0.6987	2.0962	13.42
					Precisión	7.39x10^-2	0.2217	1.4225
					%Exactitud	80.7219.28%	97.013.93%	98.081.92%

- ***(Precisión = Desviación estándar)***
- ***(Exactitud = C.V.)***

Concentración exacta del NaOH (Titulante):

Tabla 3: Normalización H_3Cit — Ecuaciones

Mol de NaOH:

$$5.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right| = 1.72x10^{-3}\ mol$$

$$13.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right| = 2.08x10^{-3}\ mol$$

$$27.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right| = 1.78x10^{-3}\ mol$$

Mol de H_3Cit en la alícuota:

$$5.7\ mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H_3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right| = 1.53x10^{-3}\ mol$$

$$13.7mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right| = 3.68x10^{-3}\ mol$$

$$27.7mL\ NaOH\left|\frac{0.1129\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right| = 7.45x10^{-3}\ mol$$

$$\frac{Mol}{L}$$

$$5.7mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.0025\ L}\right| = 0.6135 mol/L$$

$$13.7mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.005\ L}\right| = 0.7373\ mol/L$$

$$27.7mL\ NaOH\left|\frac{0.00897\ mol}{1000\ mL}\right|\left|\frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH}\right|\left|\frac{1}{0.010\ L}\right| = 0.7454 mol/L$$

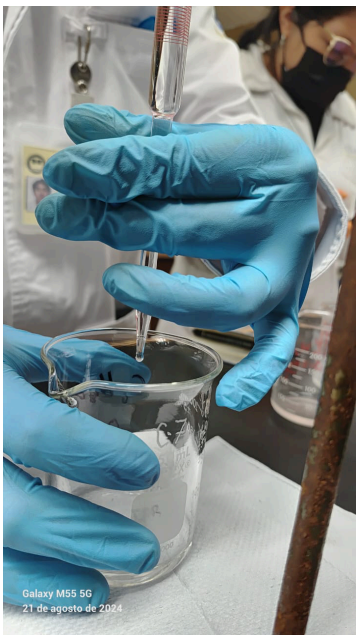
$\frac{Equivalentes\ ácidos}{L}$	$5.7\ mL\ NaOH \left\lvert \frac{0.6135\ mol}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH} \right\rvert \left\lvert \frac{1}{0.0025\ L} \right\rvert \left\lvert \frac{3eq\ H3Cit}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert = 1.8405\ eq\ ácidos/L$ $13.7mL\ NaOH \left\lvert \frac{0.7373\ mol}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH} \right\rvert \left\lvert \frac{1}{0.005\ L} \right\rvert \left\lvert \frac{3eq\ H3Cit}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert = 2.2119\ eq\ ácidos/L$ $27.7mL\ NaOH \left\lvert \frac{0.7454\ mol}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{1\ mol\ H3Cit}{3\ mol\ NaOH} \right\rvert \left\lvert \frac{1}{0.010\ L} \right\rvert \left\lvert \frac{3eq\ H3Cit}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert = 2.2362\ eq\ ácidos/L$
$\% \frac{Masa}{Volumen}$	$\left\lvert \frac{0.6135\ mol\ H3Cit}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{192.12g}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert \times 100 = 11.78\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H3Cit$ $\left\lvert \frac{0.7373\ mol\ H3Cit}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{192.12g}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert \times 100 = 14.16\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H3Cit$ $\left\lvert \frac{0.7454\ mol\ H3Cit}{1000\ mL} \right\rvert \left\lvert \frac{192.12g}{1\ mol\ H3Cit} \right\rvert \times 100 = 14.32\% \frac{masa}{volumen}\ de\ H3Cit$

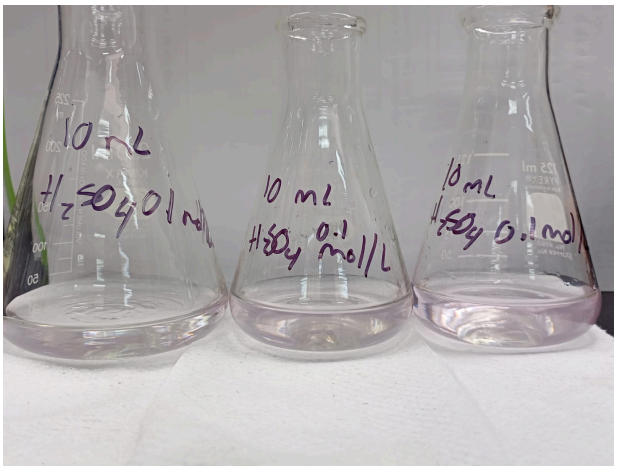
Análisis de resultados

1. Normalización de HCl:
En la normalización de HCl, los valores obtenidos para la concentración molar (mol/L) fueron bastante consistentes, oscilando entre 0.082 y 0.086 mol/L. Esto demuestra una precisión razonable en las mediciones, con una desviación estándar relativamente baja (7.07x10^-4), lo que sugiere que las medidas fueron consistentes entre las diferentes alícuotas.
Sin embargo, la exactitud (error porcentual) fue de 0.831%, lo que indica que la concentración medida estuvo cerca de la concentración teórica esperada.

2. Normalización de H2SO4:
En la normalización de H2SO4, los resultados mostraron una mayor variabilidad en comparación con HCl. Las concentraciones molares variaron desde 0.086 hasta 0.104 mol/L, con una desviación estándar mayor que en el caso del HCl, lo que indica una menor precisión en estas mediciones.
La concentración media de H2SO4 fue de 0.093 mol/L, con un error porcentual más elevado en comparación con el HCl, lo que sugiere que hubo dificultades en la titulación o en la medición de volúmenes. El %m/V para H2SO4 también mostró mayor variabilidad, oscilando entre 0.843% y 1.020%.

3. Normalización de H3Cit (ácido cítrico):
En la normalización de H3Cit, se observa que las concentraciones molares obtenidas fueron considerablemente más altas que las de HCl y H2SO4, oscilando entre 0.6135 mol/L y 0.7454 mol/L. Sin embargo, los valores de precisión y exactitud indican una desviación significativa en comparación con las expectativas teóricas. Esto sugiere posibles errores sistemáticos en la titulación o en la preparación de las soluciones.





Conclusiones

En general, las titulaciones con HCl mostraron una mejor precisión y exactitud en comparación con H2SO4 y H3Cit, lo que sugiere que el método fue más fiable para soluciones menos concentradas. Los resultados para H2SO4 y H3Cit fueron más variables, indicando posibles problemas experimentales o errores en las mediciones.

Los errores porcentuales altos en el caso del ácido cítrico sugieren que hubo algún error significativo en la titulación o preparación de la solución del H3Cit. Esto podría estar relacionado con errores en la medición de volúmenes de NaOH.

Referencias

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Semestre (2025 - 1), AMyD. Manual de Prácticas Laboratorio de Química General II. Clave 1211, Práctica 2 “Determinación de concentraciones y las diversas maneras de expresarlas”. https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=614 (Fecha de consulta 23 de Agosto de 2024.)